Licenciatura en Ciencias Ambientales
FAUBA
Análisis de Riesgo Ambiental

Variabilidad e Incertidumbre

M Sci Laura Pruzzo

Variabilidad e Incertidumbre

- Heterogeneidad inherente al sistema
- Se puede medir pero no reducir
- Importante para identificar subpoblaciones expuestas

- Falta de conocimiento de los factores de riesgo
- Puede reducirse con investigación que mejore la estimación
- Importante para señalar donde se requiere investigación

Variabilidad

- Resultado de las diferencias naturales entre los individuos
- Es una propiedad objetiva de la población
- Existe **certeza** de que las personas presentan diferente susceptibilidad, exposición y riesgo
- Es importante entenderla para el manejo del riesgo

Variabilidad

- Representa diversidad o heterogeneidad en una población, que resulta irreductible aunque se tomen medidas adicionales:
- Dos sujetos de una población presentarán diferentes pesos, no importa cuántas veces se midan
- Dos adultos beben diferente cantidad de agua cada día, no importa cuántas veces o con cuanto cuidado se midan sus dietas.

Variabilidad

- Al estimar exposición se relaciona con:
- Actividad, conducta o preferencias de la persona
- En un momento particular
- Procesos físicos y químicos que afecten la concentración en los distintos medios
- Podemos agrupar en *espacial, temporal e inter-individual*

Variabilidad

- *Espacial:* entre localidades. Altas exposiciones asociadas a cercanía a la fuente de contaminación
- *Temporal*: variaciones a corto o a largo plazo (variación climática)
- *Inter- individual*
  - Características o atributos
  - Patrones de comportamiento o actividad

Estrategias para tratar la variabilidad

(EPA Exposure Factors Handbook, 1997)

Estrategia	Ejemplo	Comentario
Ignorar	Asumir 70 kg para adultos	Funciona cuando la variabilidad es reducida
Desagregar	Un grupo de peso para cada edad y/o género	La variabilidad será menor dentro de cada grupo
Valor medio	Usar el peso promedio de adultos	El promedio puede estimarse en forma confiable, dada la variabilidad conocida?
Máx. y mín.	Usar el extremo inferior de la distribución de peso	Enfoque conservador- puede llevar a estimaciones poco realistas si se toma para todos los factores

Incertidumbre

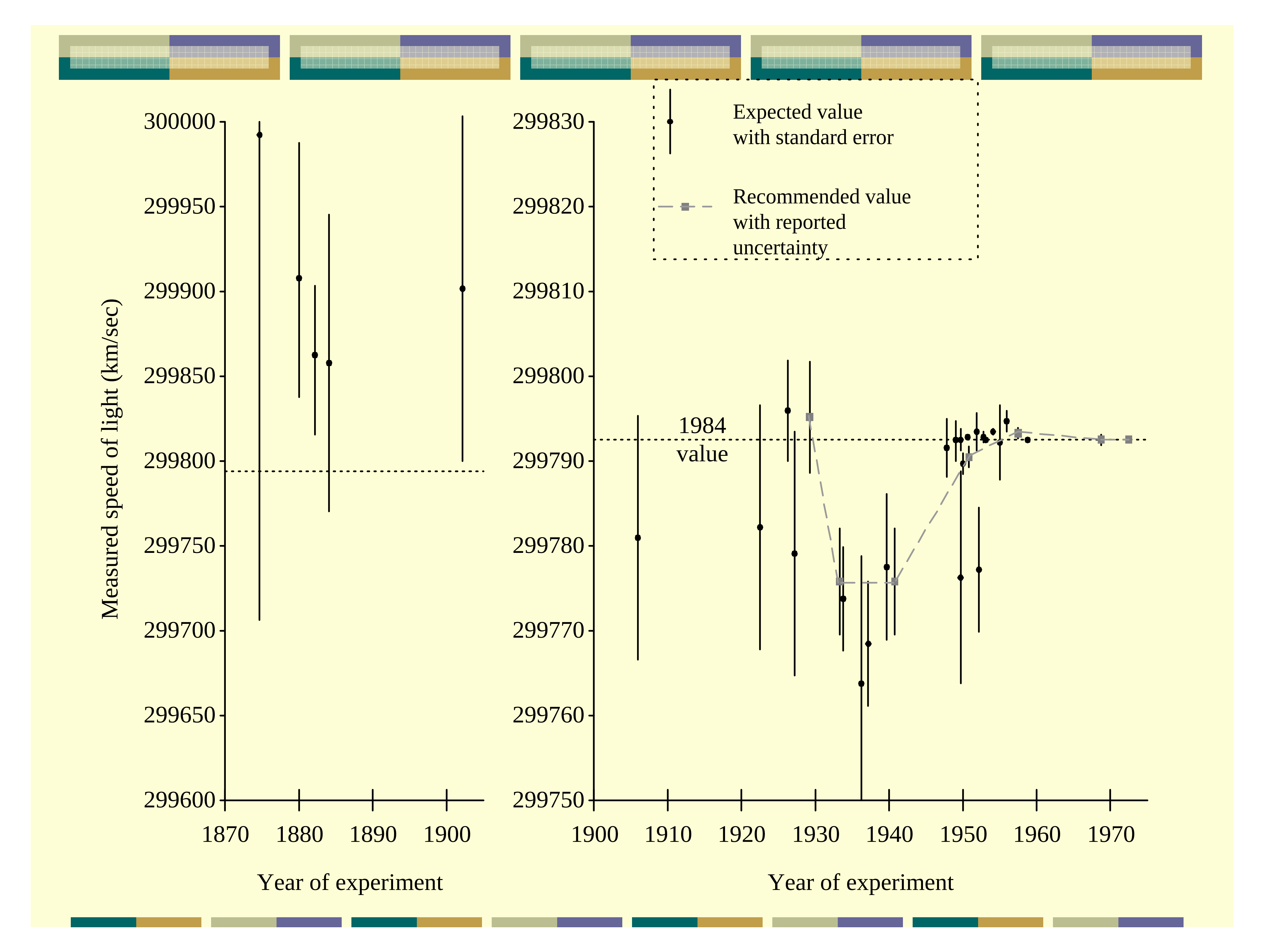
- Falta de conocimiento perfecto o ignorancia parcial por parte del analista
- Se desconoce el comportamiento del sistema o el valor verdadero de una cantidad empírica. El análisis de riesgo comienza con la investigación de antecedentes:
- Se detecta donde debe realizarse investigación a mayor profundidad y así poder reducir la incertidumbre

Incertidumbre

- Si se omite o subestima puede ocurrir una falsa seguridad en las estimaciones de riesgo
- Pero...un alto nivel de incertidumbre no significa que no pueda evaluarse o manejarse el riesgo:
- *El análisis de riesgo se realiza en un contexto de incertidumbre*
- *Hay un componente de juicio subjetivo*

Incertidumbre, juicio subjetivo y error sistemático (*de Morgan y Henrion, 1990*)

- Con el diseño del modelo y la calibración del aparato, se busca reducir el *error sistemático* (diferencia entre el valor verdadero y el valor estimado de la cantidad empírica)
- Con numerosas mediciones puede reducirse el *error aleatorio*
- El proceso es subjetivo
- Diferente opinión de expertos
- *Evolución de la medición de la constante física velocidad de la luz entre 1875 y 1960*



Measured speed of light (km/sec)
300000
299950
299900
299850
299800
299750
299700
299650
299600
1870
1880
1890
1900
Year of experiment
299830
299820
299810
299800
299790
299780
299770
299760
299750
1900
1910
1920
1930
1940
1950
1960
1970
Year of experiment
Expected value
with standard error
Recommended value
with reported
uncertainty
1984
value

Incertidumbre

- La caracterización apropiada de la incertidumbre es esencial en el análisis de riesgo y se realiza mediante técnicas de análisis estadístico
- *Análisis de incertidumbre*: 1)medidas cuantitativas y 2)discusión cualitativa
- 1) Estadísticos descriptivos del archivo de datos (DS, IC, etc.)
- 2) Considerar fuentes plausibles de error

Incertidumbre del modelo

- Falta de conocimiento necesario para determinar la teoría que sustente un modelo. En Análisis de Riesgo se manifiesta en:
- Modelos alternativos de medición de dosis
- Enfoques de extrapolación
- Comparación de distintos análisis

Incertidumbre del modelo

- Modelos toxicológicos observados en animales y generalizados a humanos
- Diferencias de metabolismo y fisiología entre especies
- Uso de exposiciones experimentales
- Efectos observados a altas dosis como indicadores de posibles efectos a dosis bajas
- Extrapolación de resultados fuera del alcance del modelo

Incertidumbre en los parámetros

- Falta de conocimiento acerca de los valores de los parámetros de un modelo
- Fuentes comunes:
  - Errores aleatorios y variación estadística
  - Errores sistemáticos
  - Uso de datos genéricos en vez de mediciones directas
  - Errores de muestreo
  - Uso de una muestra no representativa
  - *Puede cuantificarse estadísticamente*

Incertidumbre de escenario

- Información insuficiente para definir factores de riesgo
- Falta de datos
- Desconocimiento de condiciones físicas, económicas o regulatorias
- No se considera algún factor o una vía importante en la estimación de exposición

Estrategias para reducir la incertidumbre

- Recolectar más información
  - Muestra de mayor tamaño
  - Población más apropiada
  - Consulta a expertos
- Consignar claramente las fuentes, magnitudes, y probables efectos de la variabilidad e incertidumbre en el análisis
- Utilizar otras herramientas de modelación
- Transición del análisis determinístico al análisis probabilístico del riesgo ambiental
- La estimación del riesgo de cáncer de por vida no es ya un valor puntual, sino un rango de valores

- Muchas evaluaciones de riesgos a la salud utilizan métodos determinísticos.
- Adicionalmente, el método probabilístico:
  - Utiliza toda la información disponible sobre la **V** y la **I** inherente a la evaluación
  - Considera el rango completo de valores que una variable puede asumir
  - Utiliza distribuciones de probabilidad para representar el rango de exposición y/o toxicidad
  - Evita acrecentar el excesivo conservadurismo en la estimación de la exposición, que podría ocurrir en un cálculo determinístico